

UTICAJ TERMIČKOG TRETMANA NA HIGIJENSKI KVALITET MLEKA

Aleksandra Petrović¹, Slobodanka Stanojević-Nikolić², Milan Nikolić²

Izvod: U sprovedenom ispitivanju analiziran je uticaj režima pasterizacije i sterilizacije na higijenski kvalitet sirovog i termički tretiranog mleka. Ispitivanja su obavljena u mlekari „MEGGLE Srbija, d.o.o.“ u Kragujevcu. Primenjene su sledeće metode termičke obrade: kratkotrajna HTST pasterizacija sirovog mleka na 75°C, visoka HTST pasterizacija sirovog mleka na 95°C i protočna UHT sterilizacija na 139°C prethodno pasterizovanog mleka na 75°C. Efikasnost termičkih tretmana na higijenski kvalitet mleka utvrđivana je sledećim mikrobiološkim analizama: određivanjem ukupnog broja bakterija indirektnom metodom po Koch-u i metodom interne analize koja se primenjuje u mlekari „MEGGLE Srbija, d.o.o.“. Na osnovu obavljenih ispitivanja ustanovljena je značajna redukcija broja bakterija nakon procesa pasterizacije uzoraka mleka i njihova potpuna inhibicija nakon procesa sterilizacije.

Ključne reči: mleko, pasterizacija, sterilizacija, kvalitet.

Uvod

Zbog svoje visoke nutritivne vrednosti, mleko predstavlja važnu namirnicu u ishrani ljudi. Sa druge strane, mleko je i povoljna sredina za razvoj mikroorganizama koji mogu dovesti do njegovog kvarenja i dobijanja proizvoda lošijeg kvaliteta. Takođe, prisustvo patogenih mikroorganizama može ugroziti zdravlje ljudi koji takvo mleko konzumiraju. Zbog toga je od velikog značaja da proizvođači i prerađivači mleka primenjuju sve potrebne higijenske mere kojima bi se sprečilo potencijalno prisustvo i inhibirala aktivnost kontaminenata u mleku. Higijenski ispravno mleko predstavlja mleko sa malim brojem mikroorganizama, niskim sadržajem somatskih ćelija i rezidua (Petrović i sar., 2006.). Higijenski kvalitet mleka zavisi od većeg broja faktora od kojih su najznačajniji zdravstveno stanje muzne životinje, način muže i postupanje sa mlekom nakon muže. Danas se veliki naponi ulažu u očuvanje kvaliteta sirovog mleka pri samoj proizvodnji, sprovođenjem različitih aktivnosti kao što su: edukacija proizvođača, primena laktofriza, određivanje prisustva mikroorganizama kao kriterijuma koji određuje otkupnu cenu mleka i dr. (Petrović, 2017).

Sa ciljem da se dobije zdravstveno bezbedan proizvod visokog kvaliteta i produži trajnost mleka i mlečnih proizvoda, primenjuju se procesi termičke obrade koji predstavljaju obaveznu fazu u procesu prerade. Iako postoje novije metode obrade mleka, procesi pasterizacije i sterilizacije se najčešće primenjuju u mlekarama

Osnovni cilj procesa pasterizacije je inhibicija patogenih mikroorganizama i produženje trajnosti proizvoda. Pasterizacijom se uništavaju gotovo svi prisutni mikroorganizmi, sa izuzetkom termorezistentnih sojeva i spora. Pravilno izvedena pasterizacija mleka na temperaturama do 100°C može redukovati i do 99,9% prisutnih

¹(petrovic.aleksandra@live.com);

²Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija

mikroorganizama (FDA, 2009). Pasterizacijom se produžava rok trajanja mleka 10-20 dana uz imperativ čuvanja na 6°C (Fromm i Boor, 2004).

Sterilizacija mleka je termički tretman koji podrazumeva primenu temperature više od 100°C i ima za cilj inhibiranje svih vegetativnih ćelija mikroorganizama i njihovih spora. Sterilisano mleko se aseptičnim punjenjem pakuje u sterilnu i hermetički zatvorenu ambalažu i predstavlja dugotrajan proizvod, koji se može skladištiti na sobnoj temperaturi (Gedam, 2007).

Cilj ovog rada je bio potvrda efikasnosti procesa pasterizacije i sterilizacije na izmenjivačima toplote i utvrđivanje stepena redukcije obima bakterija, komparacijom rezultata dobijenih za sirovo mleko i mleko nakon termičkih tretmana pasterizacije i sterilizacije.

Materijal i metode rada

Za ispitivanje efikasnosti metoda termičke obrade mleka korišćeno je sirovo sabirno mleko sa područja centralne Srbije. Sprovedena ispitivanja obavljena su u laboratorijama mlekare “MEGGLE Srbija, d.o.o.” u Kragujevcu.

Ispitivanje efikasnosti termičkih tretmana obuhvatalo je sledeće režime: (a) kratkotrajnu HTST pasterizaciju na 75°C sirovog mleka klase I i klase II; (b) visoku HTST pasterizaciju na 95°C prethodno pasterizovanog mleka na 75°C, dobijenog od sirovog mleka klase II i (c) protočnu UHT sterilizaciju na 139°C prethodno pasterizovanog mleka na 75°C, dobijenog od sirovog mleka klase I.

Analizirano je ukupno 6 uzoraka: Uzorak I - sirovo mleko klase I; Uzorak II - sirovo mleko klase II; Uzorak III - mleko nakon kratkotrajne pasterizacije sirovog mleka klase I; Uzorak IV - mleko nakon kratkotrajne pasterizacije sirovog mleka klase II; Uzorak V - mleko nakon sterilizacije uzorka III i Uzorak VI - mleko nakon visoke pasterizacije uzorka IV.

Kratkotrajna HTST pasterizacija na 75°C u trajanju od nekoliko sekundi i boravku u zadrživaču 15s, primenjena je kod uzoraka sirovog mleka (Uzorak I i Uzorak II). Pasterizacija je obavljena u pločastom protivstrujnom izmenjivaču Alfa Laval, tip CLIP 8-RM. Prethodno je izvršena separacija mleka na separatoru Westfalia, tip MSD 130-01-076. Visoka HTST pasterizacija na 95°C obavljena je kod prethodno pasterizovanog uzorka mleka na 75°C (Uzorka IV) u pločastom protivstrujnom pasterizatoru Alfa Laval FRONT6-FRD. Protočna UHT sterilizacija na temperaturi od 139°C je sprovedena kod uzorka prethodno pasterizovanog mleka na 75°C (Uzorka III). Proces sterilizacije mleka je obavljen u cevastom izmenjivaču toplote, sa snopom cevi i omotačem, na uređaju Tetra Spiraflo MTR. Neposredno pre tretiranja visokom temperaturom izvršena je homogenizacija mleka na homogenizatoru Tetra Alex M6.

Mikrobiološke analize uzoraka mleka obuhvatale su ispitivanje uticaja režima pasterizacije na smanjene broja bakterija kod početne sirovine (sirovog mleka), kao i proveru sterilnosti dobijenih uzoraka mleka nakon procesa sterilizacije. Za ispitivanje uticaja procesa pasterizacije na ukupan broj bakterija (UBB) primenjena je indirektna metoda po Koch-u (Radulović i Petrušević, 2011).

Ispitivanje uticaja procesa sterilizacije na brojnost bakterija obavljeno je prema internom protokolu koji se sprovodi u mlekari “MEGGLE Srbija, d.o.o.” u Kragujevcu (Interni pravilnik mlekare Meggle, 2012).

Rezultati istraživanja i diskusija

U Tabeli 1 prikazani su rezultati za ukupan broj bakterija u uzorcima sirovog (Uzorak I i Uzorak II) i pasterizovanog mleka (Uzorak III, Uzorak IV i Uzorak VI).

Ukupan broj bakterija u ispitivanim uzorcima sirovog mleka kretao se od $2,6 \times 10^5$ /mL (Uzorak I) do $9,9 \times 10^5$ ćelija/mL (Uzorak II). Do sličnih rezultata došli su Petrović i sar. (2006.) koji su utvrdili da je prosečan broj bakterija u sirovom mleku iznosio $8,4 \times 10^5$ ćelija/mL. Dobijene vrednosti za UBB uzoraka sirovog mleka bile su u saglasnosti sa Pravilnikom o kvalitetu sirovog mleka („Sl. glasnik RS”, br. 21/2009), s tim da je kod Uzorka II zapažen izuzetno veliki broj bakterija koji je blizu maksimalno propisanih vrednosti.

Primenom različitih režima termičke obrade kod ispitivanih uzoraka mleka ustanovljena je značajna redukcija broja bakterija (Tabela 1). Nakon kratkotrajne pasterizacije Uzorka I na temperaturi od 75°C ukupan broj bakterija se smanjio oko 10 puta i kod Uzorka III iznosio je $2,7 \times 10^4$ ćelija/mL. Iz Tabele 1 se može zapaziti da je primenjeni termički tretman Uzorka I doveo do značajne redukcije broja bakterija i da su dobijene vrednosti za ukupan broj bakterija kod uzorka pasterizovanog mleka (Uzorak III) u okviru granica propisanih važećim Pravilnikom („Sl. glasnik RS”, 6p. 33 18/2010).

Tabela 1. Ukupan broj bakterija u uzorcima sirovog i pasterizovanog mleka
Table 1. Total number of bacteria in samples of raw and pasteurized milk

Uzorci mleka <i>Milk samples</i>	Ukupan broj bakterija/mL <i>Total number of bacteria/mL</i>
Uzorak I	$2,6 \times 10^5$
Uzorak II	$9,9 \times 10^5$
Uzorak III	$2,7 \times 10^4$
Uzorak IV	$1,7 \times 10^5$
Uzorak VI	$6,3 \times 10^2$

Primenom kratkotrajne pasterizacije na temperaturi od 75°C kod uzorka sirovog mleka kategorije II (Uzorak II) broj bakterija se nakon pasterizacije (Uzorak IV) smanjio za oko 6 puta i iznosio je $1,7 \times 10^5$ ćelija/mL. Kako je u pasterizovanom mleku (Uzorak IV) i dalje bio zastupljen veliki broj bakterija, sa ciljem da isti bude sveden na prihvatljiv, obavljen je ponovni tretman termičke obrade primenom visoke pasterizacije na temperaturi od 95°C. Do sličnih rezultata došli su Habeš (2002.) i Saxena i Rai (2013.). Ovi autori takođe navode da jednostepena termička obrada procesom sterilizacije sirovog mleka sa prosečnim ukupnim brojem bakterija od $9,3 \times 10^5$ ćelija/mL nije dovoljno efikasana i da sterilizovani uzorci mogu sadržati UBB čak 100 ćelija/mL. Visoka pasterizacija fermentnog mleka (uzorak IV) na 95°C značajno je redukovala broj bakterija. Broj bakterija u pasterizovanom mleku nakon visoke pasterizacije (uzorak VI) je iznosio $6,3 \times 10^2$ ćelija/mL, što je u skladu sa važećim Pravilnikom o kvalitetu proizvoda od mleka i starter kultura („Sl. glasnik RS”, 6p. 33 18/2010).

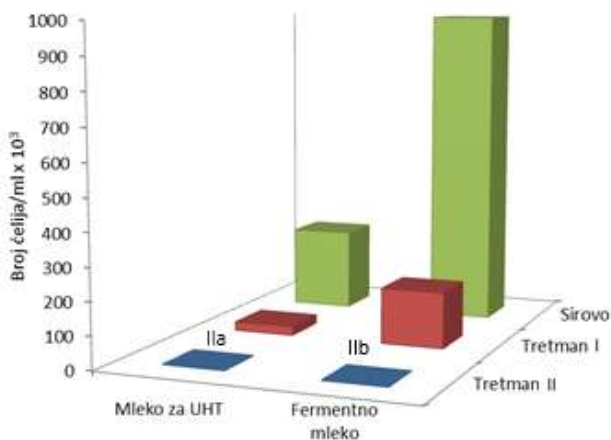
U Tabeli 2 prikazani su rezultati ispitivanja prisustva bakterija u uzorcima sterilisanog mleka (Uzorak V).

Tabela 2. Rezultati ispitivanja prisustva bakterija u uzorcima sterilizovanog mleka
Table 2. Results of testing the presence of bacteria in samples of sterilized milk

Sterilizovani uzorak mleka (Uzorak V) <i>Sterilized milk sample (Sample V)</i>	Prisustvo/odsustvo rasta bakterija na pločama <i>Presence/absence of growth of bacteria on plates</i>
Petri ploča 1	nema rasta
Petri ploča 2	nema rasta
Petri ploča 3	nema rasta

Pasterizovano mleko nakon kratkotrajne pasterizacije (Uzorak III) je dalje korišćeno za ispitivanje termičkog režima sterilizacije na temperaturi od 139°C. Na osnovu podataka prikazanih u Tabeli 2 može se konstatovati da je nakon sterilizacije Uzorka III došlo do potpune inhibicije bakterija, odnosno u Uzorku V nije bilo zapaženog rasta. Dobijeni rezultati su bili u skladu sa važećim Pravilnikom („Sl. glasnik RS”, 6p. 33 18/2010).

Na Grfikonu 1 prikazan je uporedni pregled dobijenih rezultata prisustva bakterija pre (sirovo mleko I i II klase) i nakon termičke obrade (pasterizacije i sterilizacije) mleka.



Grafikon 1. Prisustvo bakterija u uzorcima mleka pre i nakon termičke obrade
Graph. 1. Presence of bacteria in milk samples before and after thermal treatment

Tretman I podrazumevao je pasterizaciju sirovog mleka I i II klase na temperaturi od 75°C. Tretman II se odnosio na: tretman Ila - primenu procesa sterilizacije na temperaturi od 139°C prethodno pasterizovanog mleka (iz tretmana I), dobijenog preradom sirovog mleka I klase, i tretman IIb - primenu procesa visoke pasterizacije na temperaturi od 95°C prethodno pasterizovanog mleka (iz tretmana I) dobijenog preradom sirovog mleka II klase. Primljeni režimi termičke obrade mleka imali su različiti učinak na smanjenje broja bakterija u ispitivanim uzorcima. Nakon tretmana I

ukupan broj bakterija se smanjio za 6 odnosno 10 puta, dok je visoka pasterizacija u okviru tretmana IIb, dovela do gotovo potpune redukcije broja bakterija u fermentnom mleku. Proces sterilizacije (tretman IIa) doveo je do potpune inhibicije bakterija prisutnih u ispitivanim uzorcima (Grafikon 1).

Zaključak

Na osnovu obavljenog ispitivanja može se zaključiti da je sirovo mleko prve i druge klase bilo zadovoljavajućeg higijenskog kvaliteta i u skladu sa važećim Pravilnikom o kvalitetu sirovog mleka.

Primenom termičkog tretmana pasterizacije, broj bakterija u mleku se značajno redukovao, i bio je skladu sa vrednostima propisanim važećim Pravilnikom. Na taj način omogućena je dalja obrada mleka procesom sterilizacije, kao i dobijanje kvalitetnih fermentisanih proizvoda.

Proces sterilizacije doveo je do potpune inhibicije svih prisutnih bakterija, čime je dobijeno sterilno UHT mleko.

Generalno, sirovo mleko sa područja centralne Srbije i termički tretirano mleko u mlekari “MEGGLE Srbija, d.o.o.” u Kragujevcu ispunjava sve radom obuhvaćene higijenske parametre kvaliteta koje propisuje zakonska regulativa Republike Srbije.

Literatura

- FDA (2009). Grade A pasteurized milk ordinance. Food and Drug Administration, USA, pp: 1-26.
- Fromm H.I., Boor J.K. (2004). Characterization of pasteurized fluid milk shelf-life attributes, *Journal of Food Science*, 69, M-207-M214.
- Gedam K., Prasad R., Vijay K.V. (2007). The study on UHT processing of milk: A versatile option for rural sector. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 2, 49-53.
- Habeš S. (2002). Kvalitativno-kvantitativna analiza biodiverziteta mikroorganizama sirovog i pasterizovanog mlijeka. *Mljekarstvo*, 52, 291-313.
- Interni pravilnik mlekare Meggle za određivanje ukupnog broja bakterija u UHT mleku (12.2012., šifra dokumenta 03-8.2-MI-10).
- Niketić G., Mačej O., Jovanović S. (1998). Hemijske, biohemijske i mikrobiološke promene mleka termički tretiranog na temperaturi od 100-150°C. *Zbornik radova III Jugoslovenskog Simpozijuma Prehrambene tehnologije*, 613, Beograd.
- Petrović A. (2017). Uticaj termičkog tretmana na kvalitet mleka. Master rad, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku.
- Petrović D.M., Petrović, M.M., Nenadović G., Kurćubić V., Marinkov V. (2006). Hemijski-mikrobiološki parametri kvaliteta sirovog kravljeg mleka. *Biotechnology in Animal Husbandry* 22 (5-6), 109-119.
- Petrović D.M., Petrović P.M., Kurćubić V. (2006a). Higijena mleka. <http://www.sirikajmak.rs/documents/higijena-mleka.pdf>
- Pravilnik o kvalitetu sirovog mleka („Sl. glasnik RS”, br. 21/2009).
- Pravilnik o kvalitetu proizvoda od mleka i starter kultura („Sl. glasnik RS”, 6p. 33 18/2010).

- Radulović Z., Petrušević M. (2011). Mikrobiološke metode analize hrane, Beograd, Poljoprivredni fakultet.
- Saxena M., Rai P. (2013). Microbiological and chemical analysis of raw, pasteurized and UHT milk during preservation in India. International Journal of ChemTech Research, 5(6), 2804-2809.

THE IMPACT OF THERMAL TREATMENT ON HYGIENE QUALITY OF MILK

Aleksandra Petrović¹, Slobodanka Stanojević-Nikolić², Milan Nikolić²

Abstract

In the conducted study, the influence of the pasteurization and sterilization regime on the hygienic quality of raw and thermally treated milk was analyzed. Tests were conducted in the dairy "MEGGLE Srbija, doo" in Kragujevac. The following methods of thermal treatment were applied: short-term HTST pasteurization of raw milk at 75°C, high HTST pasteurization of raw milk at 95°C and flow-through UHT sterilization at 139°C of previously pasteurized milk at 75°C. The efficiency of thermal treatments on the hygienic quality of milk was determined by the following microbiological analyzes: by determining the total number of bacteria by the indirect method by Koch and by the internal analysis method applied in the dairy "MEGGLE Srbija, doo". Based on the tests carried out, a significant reduction in the number of bacteria after the pasteurization process of milk samples and their complete inhibition after the sterilization process was determined.

Key words: milk, pasteurization, sterilization, quality.

¹(petrovic.aleksandra@live.com);

²University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia